

SZAKMAI ZÁRÓJELENTÉS

Témavezető: **Dr. Csontos Péter**

Témacím: **Dolomitnövényzet stabilitása és regenerálódása**

Nyilvántartási sz.: **T-037732**

Futamidő: **2002.03.1. - 2005.12.31.**

A témapályázat megvalósítása során elért eredményeinket altémák szerint ismertetjük.

A dolomitgyepek stabilitása altémában a rövid távú - néhány éves időszakokra vonatkozó - stabilitást öt éves, állandó kvadrátokból származó cönológiai adatsorok elemzésével vizsgáltuk. Eredményeink arra utalnak, hogy a természetes állapotú nyílt- és zárt dolomitsziklagyepek meglehetősen stabil vegetációt képviselnek, fajkicserélődési rátájuk nagyon alacsony, és öt év alatt a dominanciaviszonyokban sem mutatható ki számottevő különbség. A rövid távú stabilitás háttérében egyrészt a vegetációt jelentős százalékban alkotó évelő lágyszárúak életideje, illetve jó vegetatív szaporodási képessége áll. Az egy- és két évesek konstans jelenlétét a magbank biztosítja. E témakörhöz kapcsolódóan kritikai áttekintést adtunk a magbank típusrendszerekről. Tíz korábban publikált rendszert elemeztünk, rámutatva előnyeikre, hátrányaikra, és az egyes típusrendszerek legmegfelelőbb alkalmazási területére. Eredményeinket nemzetközi folyóiratban ismertettük (Seed Science Research, 13(2):101-111).

A dolomitgyepek hosszú távú - évtizedek során megmutatkozó - stabilitásának/változásának vizsgálatára elemeztünk két, a budai Sas-hegyen készült, egyenként 80 kvadrát adatait tartalmazó mintát, amelyeket időben 23 év választott el egymástól. Az adatfeldolgozást változatos módszertani megközelítésekkel végeztük, amely az alábbiakra terjedt ki: alapadatok elemzése, életforma és magtömeg-spektrum hisztogramok elemzése, távolságmátrixok elemzése, klasszifikáció és ordináció eredményeinek összevetése, Procrustes-elemzés, és változatos randomizációs tesztek az elemzés különböző stádiumaihoz tartozó adatmátrixok értékelésére. Ez utóbbi randomizációs eljárások részben újként javasolt, a vegetációkutatásban még sehol nem alkalmazott módszerek.

Noha, Zólyomi és mások vonatkozó munkáinak ismeretében a vegetáció stabilitásának igazolását vártuk, a kapott eredmény felülmúlta várakozásainkat, mivel az összes prezenciák száma alig változott a 23 év alatt: 1977-ben 3185, 2000-ben 3209 volt, és a kvadrátonkénti átlag-fajszám is szinte teljesen megegyezett a két időpontban: 39,8 (1977), ill. 40,1 (2000). Más elemzések, pl. a leghasonlóbb kvadrátpárok statisztikai értékelése is a gyepek komplex állandóságát támasztották alá. Bizonyos vizsgálataink azonban arra utaltak, hogy a "globális stabilitás" mellett, egy finomabb léptékben változások is történtek a Sas-hegy vegetációjában. Mind a Raunkiaer-féle életformák spektruma, mind pedig a magméret osztályok szerinti spektrum esetében kissé megemelkedtek a skála szélső kategóriáinak gyakoriságai a közbülsők rovására. Az életformák esetében az egyévesek és a fasszárúak előretörték, míg az évelő lágyszárúak kissé veszítettek jelentőségükből; a magtömeg-spektrumnál pedig az 1-es és 8-as kategóriák részesedése emelkedett. Ez arra is utalhat, hogy trend jellegű változás azért nem mutatható ki, mert két ellentétes jellegű folyamat egyidejűleg zajlik a vegetációban. Ezt támasztják alá azok az eredményeink is, amelyek szerint az É-ÉK-i lejtő gypfoltjai fluktuációt mutattak, a DNy-i lejtő egy része pedig a D-i lejtők gyepeihez vált hasonlóvá a 23 év alatt. A legstabilabbnak a meredek déli lejtők nyílt sziklagyepei mutatkoztak. Eredményeinkről nemzetközi folyóiratban (Plant Ecology, 181(1): 85-100) megjelent cikkben számoltunk be.

A különböző sziklagyepek stabilis állapotainak a kitétség által meghatározott eltérő jellemzőit magökológiai megközelítésben is vizsgáltuk, aminek eredményeként egy új biogeográfiai megfigyelést tettünk. Az északi kitétségű gyepek magtömeg-spektruma, a déli kitétségűekkel összevetve, a nagyobb magméret osztályok felé tolódik el. Ezt a jelenséget a sas-hegyi gyepek mellett további három adatsoron is teszteltük, amelyek egybehangzóan megerősítették felismerésünket. Eredményeinket nemzetközi folyóiratban publikáltuk (Seed Science Research, 14(4): 379-385).

A sziklagyepek tűz utáni regenerálódása altémában tízéves adatsorunkat értékelve a leégett feketefenyvesek helyén regenerálódó sziklagyepekről az alábbiakat állapítottuk meg.

Az össz fajszám vonatkozásában mind az északi, mind a déli kitétségű égett területen megfigyelhető, hogy a kezdeti növekedés után a tizedik évre visszaesés következett be. A fajszám az

égett területeken a 3. évben már magasabb volt, mint a kitettségnek megfelelő kontroll érték, maximumát az 5. évben érte el (50,8 illetve 47,8 faj). A 10. évben az átlagos kvadrátonkénti fajszám az északi mintaterületen 38,8 faj, a délin 35,2 faj volt. Az északi égett területen tehát valamivel magasabb a fajszám, de ez a sajátosság a természetközeli kontroll gyepek esetében is megfigyelhető (északi kontroll = 37,4; déli kontroll = 31,7). A 10 éve regenerálódó gyepek fajszáma megközelíti a kontroll gyepeket.

A kvadrátok összborítása egyik kitettségben sem érte el a természetközeli gyepekre jellemző értéket, mintegy 15%-kal alulmaradt azokhoz képest. Az északi égett terület borítása folyamatosan növekedve a 10. évre 89%-ot ért el. A déli mintaterület ezzel szemben a 3. évtől kezdődően 50%-os borítási érték körül fluktuált. A regenerálódó területek borítása vélhetően akkor telítődik majd, ha a társulásképző fűfajok vegetatív térfoglalása érvényre jut.

A Raunkiaer-féle életformák csoportrészesedését tekintve, az északi égett területen az egyévesek kezdeti magas értéke (30%) a 10. évre a harmadára csökkent, de még így is felülmúlja a zárt dolomitsziklagyepre jellemző értéket. Az évelő lágyszárúak (H és G) részesedése gyakorlatilag megegyezik a kontroll gypével. A kamefitonok mennyisége még a 10. évben is alig több, mint a zárt gypre jellemző érték fele. A fás életformák (N, M, MM) a kontroll gyphez hasonlóan alárendelt szerepűek.

A déli égett területen az egy- és két éves életformájúak részesedése az 5. évi maximum értékről a 10. évre jelentősen visszaesett, de ez az érték a nyílt dolomitsziklagyepre jellemzőnek még közel ötszöröse. A hemikriptofitonok mennyisége folyamatos növekedést mutatott, ami a 10. évre szorosan megközelítette a kontroll gyepeket. A kamefitonok folytonos növekedés mellett 17%-ot értek el a 10. évben, ami a kontroll gyepi érték 58%-a.

Az északi égett terület magtömeg spektrumában a 0,5 mg-nál könnyebb magvúak részesedése csökkent, a 2 mg-nál nagyobb magvúaké pedig nőtt a szukcesszió során. Összességében a növényzet magtömeg spektruma még a 10. évben is pionírabb képet mutatott a kontroll gyphez képest: kismagvú fajokból több, nagymagvú fajokból kevesebb volt a zárt dolomitsziklagyephez viszonyítva.

A déli égett területen a szekunder szukcesszió során a 0,5 mg-nál könnyebb magvú fajok csoportrészesedése kis mértékben csökkent. A nagyobb magméret osztályokba sorolható fajok nem mutattak egységes trendet.

E témához kapcsolódva külön vizsgáltuk a feltételezhetően tűzadaptált, keménymagvú *Anthyllis vulneraria* csírázásbiológiai tulajdonságait. A faj több populációjából gyűjtöttünk magmintákat, majd azokon autoklávban elvégzett különböző hőkezelések után vizsgáltuk a keményhéjúság feloldódásának mértékét. A kezeletlen magvak 2% alatti csírázási eredményéhez viszonyítva a hőkezelt magvak csírázási százaléka jelentősen emelkedett, mintegy 5-8-szorosára, és emellett azt is megfigyeltük, hogy az erdőtüzőn átesett területről gyűjtött magtételek esetében volt a leghatásosabb a hőkezelés. Eredményeinket magyar nyelvű szakcikkben ismertettük (Acta Agr. Óváriensis, 48(1), in press).

A *Fraxinus ornus* morfológiai plaszticitása vizsgálatakor arra kerestünk választ, hogy a faj széles ökológiai alkalmazkodóképessége hogyan függ össze a fa architektúrális jellemzőivel, illetve mely morfometriai változók írják le hatékonyan a faalakot. A virágos kőris plaszticitásának kutatása témánk szempontjából azért különösen jelentős, mert potenciálisan ez a fafaj alkalmas a feketefenyvesek helyén létesítendő őshonos lombdők első generációjának kialakítására. Célkitűzésünknek megfelelően három, eltérő termőhelyi körülmények között élő populáció morfometriai vizsgálatát végeztük el:

- 1) 50-60 éves feketefenyves alá spontán betelepült kőris egyedek (Zsíros-hegy, Budai-hg.);
- 2) karsztbokorerdő, a virágos kőris legjellegzetesebb élőhelye (Ördög-om, Budai-hg.);
- 3) spontán megtelepedő állomány egy felhagyott legelőn, ahol a fák szoliter helyzetűek (Nyakas-hegy, Tök község határában).

Mindhárom mintaterületen 20-20 random kijelölt egyeden 12 tulajdonság (morfológiai változó) vizsgálatát végeztük el. Az adatok variancia-analízise 10 változó esetében szignifikáns különbségeket mutatott ki a területek között. A fényszegény termőhelyen élő, zárt fenyves alatti állomány és a jóval nyitottabb karsztbokorerdő kőris egyedei a mért változók tekintetében igen hasonlóan bizonyultak, míg a szoliter helyzetű fák alaki jellemzői szignifikánsan különböztek tőlük.

A változók közötti kapcsolatokat páronként lineáris regresszióanalízissel vizsgáltuk. Számos alkalommal tapasztaltunk erős korrelációt; a lehetséges 66 párosításból minimum 27 (spontán fásodó terület), maximum 37 (fenyves alatti populáció) volt szignifikáns.

A változó párok kapcsolatának vizsgálata révén kirajzolódott egy olyan 7 tagú változó-csoport, amelynek tagjai mindhárom mintaterület esetében még másik 6-7 változóval mutatnak szoros korrelációt. Ezek a tulajdonságok a következők: az oldalágak száma; a két legvastagabb oldalág kerülete; az egyed magassága; a törzs kerülete; a koronaátmérő két vetülete. A másik csoportba 5 olyan változó került, amely csak egy, vagy két mintaterületen mutatott korrelációt. Mivel a három vizsgált élőhely a virágos kőris hazai termőhelyi szélsőségeit jeleníti meg, ezért megállapítható, hogy a faj alakját hatékonyan leíró változók az első csoport tagjai. (VI. Magyar Ökol. Kongr., Előadások és posztterek összefoglalói, Gödöllő, p: 259.)

A feketefenyvesek tűzveszélyességének kutatása alprogram keretében:

1) áttekintettük a feketefenyvesek telepítéstörténetét Magyarországon, dél-európai vonatkozásokkal, és erről nemzetközi közleményben számoltunk be (*Acta Botanica Croatica*, 62(2): 147-158).

2) Tekintettel arra, hogy a tűzveszélyesség egyik fontos tényezője az éghető avar felhalmozódása, meghatároztuk az avar-produktumot eltérő kitettségű (északi, déli és plató helyzetű) és különböző életkorú (20-40 év, 40-60 év, 60-80 év és 80 év feletti) állományokban. Összesen 48 fenyves állományt vizsgáltunk meg (4 korcsoport \times 3-féle kitettség \times 4 ismétlés). Az avar-produktumot szárazsúlyban kifejezve, három avarféleségre vonatkoztatva adtuk meg: tűavar, ide számítva a 6 mm-nél vékonyabb ágakat is; ágavar (6 mm-nél vastagabb); tobozavar.

Megállapítottuk, hogy a felhalmozódott tűavar mennyisége a 60-80 éves korcsoportban a legnagyobb (17 560 kg/ha), eddig a korig növekedést, utána csökkenést mutat. Az ágavarnál is korfüggő növekedés tapasztalható, de a 80 évesnél idősebb állományokban mutatkozó csökkenés itt nem szignifikáns. A tobozavarnál nem mutattunk ki korfüggést. A produktum mennyiségének csökkenése a 80 évesnél idősebb feketefenyvesekben nyilvánvalóan az állomány produkciójának visszaesésével magyarázható. Mindhárom avarfrakció mennyisége független volt az állományok égtáji kitettségétől.

A feketefenyvesekben akkumulálódott szerves anyag mennyisége sokszorosán meghaladja a terület korábbi vegetációját alkotó dolomitsziklagepekre jellemző értéket, és az őshonos lombhullató erdeinkben fellelhető éghető szervesanyag mennyiségének is legalább két-háromszorosát teszi ki. Ez magyarázatot ad a feketefenyvesek fokozott tűzveszélyességére.

Eredményeinket két előadásban ismertettük, valamint hazai és külföldi cikkekben tettük közzé (*Természetvédelmi Közlemények*, 10: 37-49; *Canadian Journal of Botany*, 84(4), in press).

3) A Dunazug-hegység telepített feketefenyveseinek tűzveszélyességi viszonyait a McArthur-féle empirikus modell segítségével vizsgáltuk. A modell a meteorológiai tényezők, a lejtőszög, a szárazsági faktor és az éghető szárazanyag mennyisége ismeretében megadja a gyulladási valószínűségként értelmezhető tűzveszélyességi indexet (TVI), a lángmagasságot, a tűz terjedési sebességét, valamint az üszöketési távolságot.

Eredményeink szerint a hőmérséklet, a szélesebbség és a szárazsági faktor emelkedése növeli, míg a relatív légnedvesség növekedése csökkenti a tűzveszélyességi indexet, a lángmagasságot, a terjedési sebességet és az üszöketési távolságot. Az éghető anyag mennyisége nem befolyásolja a tűzveszélyességi indexet, de növekedése elősegíti a tűz terjedését, és növeli a lángmagasságot. A tűz lejtőn felfelé mindig sokkal nagyobb sebességgel terjed, mint sík terepen vagy lefelé. A tűzveszélyesség egy átlagosnak számító nyári napon is eléri a nagyon magas fokozatot (TVI = 24), a lángmagasság a 60-80 éves állományokban 9,19 m, a terjedési sebesség lejtőn felfelé 4,19 km/h, az üszöketési távolság 1,53 km. Szélsőséges időjárási helyzetek (37 °C, 16% relatív légnedvesség és 55 km/h szél) kialakulása esetén a tűzveszélyesség extrém mértékűre emelkedik (TVI = 90), hasonlóan a közismerten tűzveszélyes mediterrán területekhez. Eredményeinkről magyar nyelvű közleményt jelentettünk meg (*Tájökológiai Lapok*, 2(2): 231-252).

A feketefenyveseknek a termőhely talajára tett hatását a makro- és mikroelemek, valamint a pH és a humusztartalom vizsgálatán keresztül elemeztük alvállalkozó bevonásával (MTA-TAKI). Ugyanezen változókra kiterjedően a nyílt és zárt dolomitsziklagepek talaját is megvizsgáltuk. A

laboratóriumi elemzésekhez mindhárom termőhelyről, három talajrétegből vettünk mintát (0-5 cm, 5-10 cm, 10-15 cm), majd meghatároztuk az általános talajkémiai sajátosságokat, a talajminták felvehető N-, P-, K-, valamint az összes Na-, Mg-, Ca-, Ba-tartalmát.

Az adatok statisztikai elemzése (varianciaanalízis és t-próba) számos különbséget tárt fel az egyes vizsgált talajok rétegei, illetve a különböző talajok összehasonlítása tekintetében. A nyílt dolomitsziklagyep talajában a zárt dolomitsziklagyephez képest többek között alacsonyabb szervesanyag, Ca^{2+} , SO_4^{2-} , NH_4^+ , Mg^{2+} és K^+ - tartalmakat mutattunk ki. Az összes vizsgált változót figyelembe véve megállapítható, hogy a két sziklagyep talaja igen jelentős mértékben különböző. A feketefenyves alatt savanyodást csak a felső (0 - 5 cm-es) talajrétegben mutattunk ki. A szervesanyag-tartalom egyik vizsgált szintben sem haladta meg a zárt gyep szervesanyag-tartalmát, és a mért változók meghatározó többsége (pl. Ca^{2+} , Na^+ , K^+ , SO_4^{2-} , NH_4^+ , stb.) a feketefenyves talajában kisebb mennyiségben volt jelen. Ugyanakkor a zárt gyephez képest a feketefenyves talaja a felső 15 cm-es rétegében nagyobb homogenitást mutatott.

Eredményeink közül a legjelentősebbnek tekinthető az, hogy a feketefenyvesek gyakran hangoztatott talajjavító hatását jelen vizsgálatunk nem támasztotta alá. Eredményeinkről szakfolyóirati cikkben számoltunk be (Természetvédelmi Közlemények, 10: 19-35).

A mikroelemek vonatkozásában egy zárt dolomitsziklagyep és egy északi kitettségű feketefenyves talaját hasonlítottuk össze a Budai-hegységben kijelölt 5-5 db mintavételi hely alapján. Minden mintavételi helyről három talajrétegből (0-5 cm, 5-10 cm és 10-15 cm) vettünk kompozit mintákat. A laboratóriumi elemanalízis eredményeként kapott koncentrációkat t-próbával hasonlítottuk össze a két mintaterület megfelelő talajrétegei vonatkozásában. A szignifikáns eltérést mutató mikroelemek száma a talaj mélyebb rétegei felé haladva nőtt. A legmélyebb talajrétegben már 10 mikroelem mennyisége mutatott szignifikáns különbséget (Pb, Al, Cd, Sr, Fe, Ba, Zn, Co, Ni, Mn), és itt már minden esetben a feketefenyves talajából mutattuk ki a nagyobb koncentrációkat.

A környezetvédelmi szempontból meghatározott háttérkoncentráció értékét az ólom- és kadmiumtartalom lépte át, mégpedig összesen 3 (Pb), illetve 4 (Cd) esetben. A feketefenyvesek talajában e két porral ülepedő szennyezőanyagot szokatlan módon a 10-15 cm-es mélységből nagyobb mennyiségben lehetett kimutatni, mint a felszínhez közelebbi 5-10 cm-es rétegből. Ugyanitt további mikroelemek koncentrációi is hasonló inverziót mutattak.

A két mintaterület talajában megfigyelt különbségek magyarázataként a feketefenyő hatását, illetve a fenyvesítéskor végzett talajmegmunkálás hatását vettük figyelembe. Eredményeinket magyar nyelvű közleményben publikáltuk (Tájökológiai Lapok, 3(1): 63-73).

A tűz rendzinára tett hatása altéma keretében

1) elvégeztük egy 10 éve leégett feketefenyves (Zsíros-hegy, Nagykovácsi) északi és déli lejtőjének talajtani vizsgálatát, az előző pontban ismertetettekkel azonos mintavétel és talaj-elemzés szerint. Megállapítottuk, hogy mind a déli nyílt, mind pedig az északi zárt sziklagyep talajai esetében a leégett feketefenyves helyén keletkezett, azonos kitettségű tízéves sziklagyep talajainak pH-értéke és NO_3^- -tartalma magasabb, szervesanyag-, felvehető K (K_2O) és NH_4^+ -tartalma viszont alacsonyabb a természetközeli sziklagyep talajainak megfelelő értékeinél. Eredményeinket bemutattuk a Magyar Agrártudományi Egyesület Talajtani Vándorgyűlésén, illetve annak „proceeding”-kötetében szakcikk formájában is megjelentettük (a „Talajvédelem” különszáma, 2005, pp: 250-258).

2) Egy frissen leégett feketefenyves terület (Keleti-Bakony, Litér mellett) talajtani vizsgálatát is elvégeztük 2005-ben, és a kapott eredményeinket összehasonlítottuk a nem leégett feketefenyves mintaterületünk talajában mért értékekkel. A várakozásnak megfelelően a makroelemek döntő többségénél szignifikáns eltérés mutatkozott, és rendszerint a leégett terület talajában jelentkeztek a magasabb koncentráció-értékek. Ezeket az eredményeinket a továbbiakban a leégett területeken megfigyelt pionír növényzet viselkedésének értelmezéséhez tervezzük felhasználni.

Budapest, 2006. február 28.

Dr. Csontos Péter, témavezető